

(51) Int.Cl.⁵

H 0 1 J 37/073

1/30

識別記号

F I

H 0 1 J 37/073

1/30

Z

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-339326

(22) 出願日 平成8年(1996)12月19日

(31) 優先権主張番号 特願平8-255805

(32) 優先日 平8(1996)9月27日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 西山 英利

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 大嶋 卓

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 品田 博之

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 拡散補給型電子源およびそれを用いた電子線応用装置

(57) 【要約】

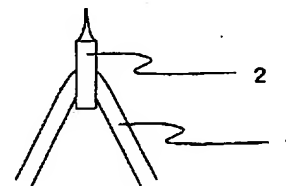
【課題】 高電流密度の電子放出の可能な拡散補給型電子源を提案する。また、高電流密度の必要な電子線応用装置の性能向上、例えば電子線描画装置の描画速度を向上させる。

【解決手段】 先端を針状にした金属からなる針状電極2と、該針状電極を加熱する発熱体1と、該針状電極、該発熱体、もしくはそれら近傍に付着させた補給源3により構成された電子源において、該補給源としてアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属の酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物、もしくはそれらの混合物を含む物質を用いる。

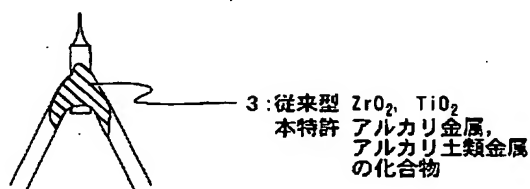
【効果】 本発明による拡散補給型電子源により、容易に電流密度の高い電子を放出する電子源が得られる。また、電子線描画装置の描画速度向上が可能となる。

図1

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 先端を針状にした金属から成る針状電極と、該針状電極を加熱する発熱体からなる電子源において、該電子源は該発熱体により加熱可能な補給源を有し、該補給源にはアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属の酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物、もしくはそれらの混合物を含む物質を用い、該発熱体を加熱することにより該補給源物質を該針状電極先端まで拡散させ、該針状電極先端にアルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれら元素と酸素、窒素、ふっ素、もしくはそれら元素が存在する吸着層を形成させることにより該針状電極先端表面の仕事関数を減少させることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項2】 請求項1に記載の拡散補給型電子源で、上記補給源のアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属の酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物、もしくはそれらの混合物を含む物質における該酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物、もしくはそれらの混合物の重量パーセントが50%以上であることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項3】 請求項1および2に記載の拡散補給型電子源で、上記補給源に用いる物質を上記針状電極、上記発熱体、もしくはそれら近傍に付着させるための手段として、上記補給源物質を純水と混合して塗布することを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項4】 請求項1および2に記載の拡散補給型電子源で、上記補給源に用いる物質を上記針状電極、上記発熱体、もしくはそれら近傍に付着させるための手段として、上記補給源物質を有機物と混合して塗布することを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項5】 請求項4に記載の拡散補給型電子源で、上記有機物には、ニトロセルロースを含むことを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項6】 請求項1、2、3、4および5に記載の拡散補給型電子源で、上記補給源のアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属の酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物としてLi₂O、Li₂O₂、LiOH、Li₃N、LiF、LiNO₃、Na₂O、Na₂O₂、NaOH、Na₃N、NaF、NaN₃、K₂O、K₂O₂、KOH、K₃N、KF、KNO₃、Rb₂O、Rb₂O₂、RbOH、Rb₃N、RbF、RbNO₃、Cs₂O、Cs₂O₂、CsOH、Cs₃N、CsF、CsNO₃、Fr₂O、Fr₂O₂、FrOH、Fr₃N、FrF、FrNO₃、BeO、BeO₂、Be(OH)₂、Be₃N₂、BeF₂、Be(NO₃)₂、MgO、MgO₂、Mg(OH)₂、Mg₃N₂、MgF₂、Mg(NO₃)₂、CaO、CaO₂、Ca(OH)₂、Ca₃N₂、CaF₂、Ca(NO₃)₂、SrO、SrO₂、Sr(OH)₂、Sr₃N₂、SrF₂、Sr(NO₃)₂、

2、BaO、BaO₂、Ba(OH)₂、Ba₃N₂、BaF₂、Ba(NO₃)₂、RaO、RaO₂、Ra(OH)₂、Ra₃N₂、RaF₂、Ra(NO₃)₂、を用いることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項7】 請求項1、2、3、4、5もしくは6に記載の拡散補給型電子源で、上記針状電極としてW、Mo、Ni、Ta、Pt、Ir、Re、Osを用いることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項8】 請求項7に記載の拡散補給型電子源で、上記針状電極として、その先端の結晶表面が(100)、(110)、(211)、(111)面となるようなW、Mo、Ni、Ta、Pt、Ir単結晶、もしくは(0001)、(10-11)、(11-20)、(10-10)、(11-22)面となるようなRe、Os単結晶を用いることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項9】 請求項1、2、3、4、5、6、7もしくは8に記載の拡散補給型電子源で、アルカリ金属、アルカリ土類金属、もしくはそれら元素と酸素、窒素、ふっ素、もしくはそれら元素が存在する吸着層を上記針状電極先端に形成させた後、該針状電極先端を1000K以下の温度で動作させることを特徴とする拡散補給型電子源。

【請求項10】 請求項1、2、3、4、5、6、7、8もしくは9に記載の拡散補給型電子源を搭載し、該拡散補給型電子源から電子を引き出すためのアノードと、該拡散補給型電子源からの放出電子を収束させるためのレンズと、収束させた該放出電子を試料の所定位置に照射させるための偏向器およびステージで構成されていることを特徴とする拡散補給型電子源を用いた電子線装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電子線を利用した計測装置、特に高電流密度を必要とする電子線描画装置、走査型電子顕微鏡、および透過型電子顕微鏡等の電子線応用装置に使用する電子源、およびその電子源を用いたこれら電子線応用装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電子源から高電流密度の電子を得ることは、電子線描画装置の描画速度向上、および走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡等の電子線応用装置の観察スピード向上のために重要である。高電流密度の電子放出のためには、電子放出面の仕事関数を減少させることが必要である。このため最近では、拡散補給型と呼ばれる電子源が使用されてきている。これは、図1のようにV字型に成形されたWフィラメント1に、先端を尖鋭化し、先端が<100>方位であるW<100>単結晶の針状電極2を溶接し、針状電極2の根元に補給源3として酸化ジルコニウムZrO₂もしくは酸化チタニウムTiO₂を付着させたものである。以下、それぞれZr/O/W、Ti/O/Wと略記する。動作時は、補給源3

の ZrO_2 もしくは TiO_2 を熱拡散（加熱温度1500～1800K）により針状電極2先端の（100）表面に補給、吸着させる。すると、仕事関数の小さい吸着層（仕事関数は約2.7eV）が成形され、電場を印加することによって電子を放出させる。これらの電子源は、例えば可変形成ビーム方式の電子線描画装置において用いられている。

【0003】一方、金属表面へアルカリ金属、アルカリ土類金属が吸着し、仕事関数が減少するという知見は既に知られている（ザ・ジャーナル・オブ・ケミカル・フィジックス、ボリューム48、p2421、1968年）。また、この状態でO、FもしくはNガスを吸着させると仕事関数のさらなる減少があることも知られている。例えば、アルカリ金属としてCsをW表面に蒸着させると仕事関数は～4.5eVから～1.5eVになる、その後Fガスを吸着させれば～1.0eVになる。アルカリ土類金属としてBaをW表面に蒸着させると仕事関数は～2.5eVになる。その後Oガスを吸着させれば～2.0eVになる。しかし、この方法では真空中で金属の蒸着、ガス導入という手段が必要であり、またアルカリ金属の使用に際しては、水と反応性が高く危険な物質であるため非常に取り扱い難かった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記のようなアルカリ金属、およびアルカリ土類金属と各ガスをW等の金属表面に吸着させる方法は工程が複雑であり、またアルカリ金属を用いる場合は危険性もある。本発明はこれら問題を解決し、 $Zr/O/W$ 、 $Ti/O/W$ よりも高電流密度が得られる電子源を提案する。

【0005】一方、従来型電子源 $Zr/O/W$ 、 $Ti/O/W$ は、電子線応用装置、例えば可変形成ビーム方式の電子線描画装置において用いられているが、電子源からの放出電流が少なく描画速度が遅いという欠点があった。そのため、例えば、256MbyteのDRAM（Dynamic Random Access Memory）の配線パターンを描画すると数時間かかってしまう。しかし、このDRAMを生産ラインに組み込むためには描画速度を数分にするのが望まれている。本発明は、この描画速度の課題を解決する。

【0006】

【課題を解決するための手段】針状電極と発熱体により構成された電子源の針状電極、発熱体、もしくはそれら近傍にアルカリ金属、もしくはアルカリ土類金属の酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物、もしくはそれらの混合物を含む物質を補給源として付着させる。上記酸化物、過酸化物、水酸化物、窒化物、ふっ化物、硝酸化物としては具体的には、 Li_2O 、 Li_2O_2 、 $LiOH$ 、 Li_3N 、 LiF 、 $LiNO_3$ 、 Na_2O 、 Na_2O_2 、 $NaOH$ 、 Na_3N 、 NaF 、 $NaNO_3$ 、 K_2O 、 K_2O_2 、 KOH 、

K_3N 、 KF 、 KNO_3 、 Rb_2O 、 Rb_2O_2 、 $RbOH$ 、 Rb_3N 、 RbF 、 $RbNO_3$ 、 Cs_2O 、 Cs_2O_2 、 $CsOH$ 、 Cs_3N 、 CsF 、 $CsNO_3$ 、 Fr_2O 、 Fr_2O_2 、 $FrOH$ 、 Fr_3N 、 FrF 、 $FrNO_3$ 、 BeO 、 BeO_2 、 $Be(OH)_2$ 、 Be_3N_2 、 BeF_2 、 $Be(NO_3)_2$ 、 MgO 、 MgO_2 、 $Mg(OH)_2$ 、 Mg_3N_2 、 MgF_2 、 $Mg(NO_3)_2$ 、 CaO 、 CaO_2 、 $Ca(OH)_2$ 、 Ca_3N_2 、 CaF_2 、 $Ca(NO_3)_2$ 、 SrO 、 SrO_2 、 $Sr(OH)_2$ 、 Sr_3N_2 、 SrF_2 、 $Sr(NO_3)_2$ 、 BaO 、 BaO_2 、 $Ba(OH)_2$ 、 Ba_3N_2 、 BaF_2 、 $Ba(NO_3)_2$ 、 RaO 、 RaO_2 、 $Ra(OH)_2$ 、 Ra_3N_2 、 RaF_2 、 $Ra(NO_3)_2$ 、である。付着させる手段としては、この補給源を純水もしくはニトロセルロースを含む有機物によりペースト状に溶解したものをを用いる。その後、発熱体を加熱することにより補給源物質を針状電極先端まで拡散させる。また、針状電極としては、その先端の結晶表面が（100）、（110）、（211）、（111）面となるようなW、Mo、Ni、Ta、Pt、Ir単結晶、もしくは（0001）、（10-11）、（11-20）、（10-10）、（11-22）面となるようなRe、Os単結晶を用いると良い。ただし、ここで用いた結晶面は表1の表記に従う。

【0007】

【表1】

表1

	文章中で用いる記号	意味
結晶面	(10-11)	(10 $\bar{1}$ 1)
	(11-20)	(11 $\bar{2}$ 0)
	(10-10)	(10 $\bar{1}$ 0)
	(11-22)	(11 $\bar{2}$ 2)

【0008】

【発明の実施の形態】

【実施例1】図1（a）、（b）により、本発明の第一の実施例を説明する。まず、V字型に成形された直径0.127mmのタングステン（W）製発熱体1の先端に直径0.127mmで長さ方向の結晶方位が<100>であるW<100>単結晶を点熔接し、その先端を濃度5%の水酸化ナトリウム水溶液で電解研磨により曲率半径200nm程度に鋭く尖らせて針状電極2（長さ～1mm）を作成した（図1（a））。次に、補給源3としてRbFの粉末を純水によりペースト状に溶解し、発熱体1と針状電極2の接合部近傍に付着させた（図1（b））。その後、真空度10の-10乗Torr以上の真空中で発熱体1を通電加熱して、針状電極2の温度を700K程度にし、補給源3物質を針状電極2の先端部まで拡散、吸着させた。このようにして針状電極2先端の（100）表面の仕事関数を減少させた。その後、補給源から拡散された材料を安定に吸着させるために針

状電極2の温度を300Kにした。この状態で針状電極先端に対向して引き出し電極を配置し、引き出し電極を接地したまま電子源に負の引き出し電圧を加えると、図2のRb/F/Wようになった。参考のために拡散材料として酸化ジルコニウムを使用した値（図中Zr/O/W、動作温度1800K）も示した。ここで、横軸は引き出し電圧の絶対値、縦軸は放射角電流密度である。例えば、1kVの電圧をかけると、酸化ジルコニウムを使用した電子源よりも100倍程度大きな放射角電流密度が得られた。この方法によると真空容器内でのRb蒸着や、真空容器内へのFガス導入の手間を必要とせず、取り扱いが容易になった。また、Rbよりも安定なRbFを用いることにより危険性も避けることができた。

【0009】また、補給源としてLi₂O、Li₂O₂、LiOH、Li₃N、LiF、LiNO₃、Na₂O、Na₂O₂、NaOH、Na₃N、NaF、NaN₃O₃、K₂O、K₂O₂、KOH、K₃N、KF、KNO₃、Rb₂O、Rb₂O₂、RbOH、Rb₃N、RbF、RbNO₃、Cs₂O、Cs₂O₂、CsOH、Cs₃N、CsF、CsNO₃、Fr₂O、Fr₂O₂、FrOH、Fr₃N、FrF、FrNO₃、BeO、BeO₂、Be(OH)₂、Be₃N₂、BeF₂、Be(NO₃)₂、MgO、MgO₂、Mg(OH)₂、Mg₃N₂、MgF₂、Mg(NO₃)₂、CaO、CaO₂、Ca(OH)₂、Ca₃N₂、CaF₂、Ca(NO₃)₂、SrO、SrO₂、Sr(OH)₂、Sr₃N₂、SrF₂、Sr(NO₃)₂、BaO、BaO₂、Ba(OH)₂、Ba₃N₂、BaF₂、Ba(NO₃)₂、RaO、RaO₂、Ra(OH)₂、Ra₃N₂、RaF₂、Ra(NO₃)₂、もしくはこれらの混合物を含む物質を用いても同様の効果が得られた。さらに、針状電極2としてその先端の結晶表面が(100)、(110)、(211)、(111)面となるようなW、Mo、Ni、Ta、Pt、Ir単結晶、もしくは(0001)、(10-11)、(11-20)、(10-10)、(11-22)面となるようなRe、Os単結晶を用いても同様の効果が得られた。

【0010】（実施例2）実施例1に記載の拡散補給型電子源を搭載した可変成形ビーム型電子線描画装置の例を図3に示す。拡散補給型電子源301の直下にはアノード302があり、拡散補給型電子源301とアノード*

*302の間には高圧の引出電圧が与えられている。拡散補給型電子源301より引き出された電子316はアノード303の中心に開けられた穴を通過し、第1転写マスク303および第2転写マスクを用いビームの成形を行った後、対物レンズ312によりビームの投射が行われターゲット313に露光される。なお、拡散補給型電子源301の加熱温度、アノード302の引出電圧、各投射レンズ305、307、対物レンズ312、ブランカー304、転写偏向器306、偏向器311、および反射電子検出器315は制御計算機317により制御されている。

【0011】このような装置を用いて、256MbyteのDRAMの配線パターン描画を試みた。その結果、拡散補給型電子源として従来のZr/O/Wを用いた場合と本装置を比較すると、3時間かかっていたものが5分に短縮できた。なお、電子線描画装置以外にも半導体デバイス評価検査用の走査型電子顕微鏡、もしくは透過型電子顕微鏡に本拡散補給型電子源を利用することにより検査スループット向上が実現できた。

【0012】

【発明の効果】本発明によれば、容易に電子放出面の仕事関数を減少させ、高電流密度の電子放出のある電子源を製作することができる。また、高電流密度が必要な電子線応用装置の性能向上、例えば電子線描画装置の描画速度向上を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の拡散補給型電子源実施例1の形成工程図である。

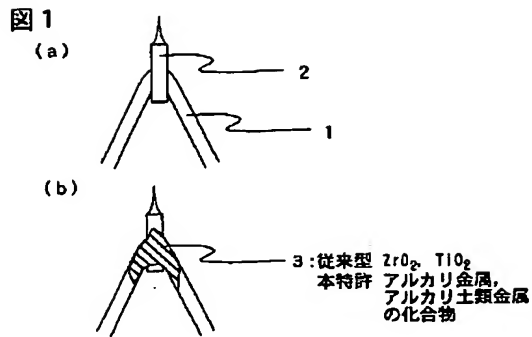
【図2】本発明に係わる拡散補給型電子源の引き出し電圧と放射角電流密度の実験結果である。

【図3】本発明の拡散補給型電子源を搭載した電子線描画装置の構成図である。

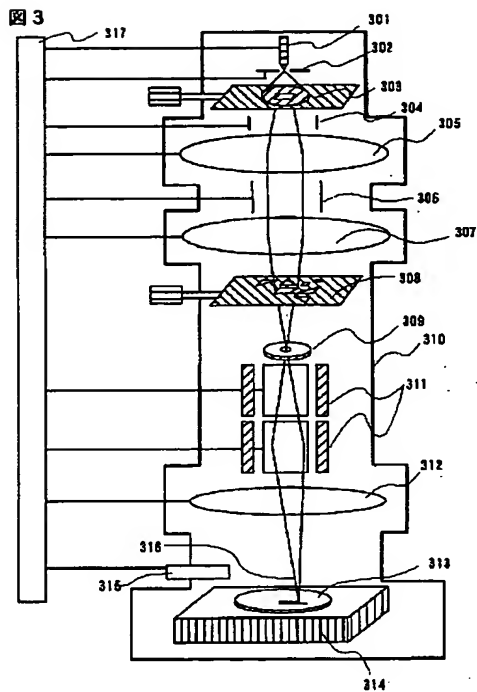
【符号の説明】

1：発熱体 2：針状電極 3：補給源 301：拡散補給型電子源 302：アノード 303：第一転写マスク 304：ブランカー 305：投射レンズ 306：転写偏向器 307：投射レンズ 308：第二転写マスク 309：ブランキングアパーチャー 310：鏡筒 311：偏向器 312：対物レンズ 313：ターゲット 314：ステージ 315：反射電子検出器 316：電子 317：制御計算機。

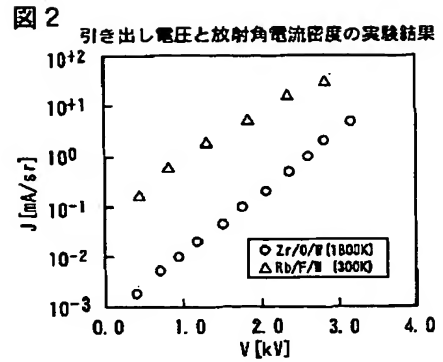
【図1】



【図3】



【図2】



フロントページの続き

(72) 発明者 染田 恭宏

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

THIS PAGE BLANK (USPTO)